

1-18-2019

Augmented and Virtual Reality Technologies in Contemporary Architectural Design

Osama Altamimi

University of Baghdad, eng_usama_oat@yahoo.com

Follow this and additional works at: <https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ejer>



Part of the [Architectural Engineering Commons](#), and the [Architectural Technology Commons](#)

Recommended Citation

Altamimi, Osama (2019) "Augmented and Virtual Reality Technologies in Contemporary Architectural Design," *Emirates Journal for Engineering Research*: Vol. 24 : Iss. 1 , Article 4.

Available at: <https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ejer/vol24/iss1/4>

This Article is brought to you for free and open access by Scholarworks@UAEU. It has been accepted for inclusion in Emirates Journal for Engineering Research by an authorized editor of Scholarworks@UAEU. For more information, please contact EJER@uaeu.ac.ae.

تكنولوجيات الواقع المعزز والإفتراضي في التصميم المعماري المعاصر

د.أسامة عبد المنعم التميمي

مدرس في كلية الهندسة - جامعة بغداد

قسم هندسة العمارة

eng_usama_oat@yahoo.com

(وردت 24 نوفمبر 2018 وقبلت للنشر 18 يناير 2019)

AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN CONTEMPORARY ARCHITECTURAL DESIGN

Abstract:

Technological developments and the digital revolution have succeeded in integrating many technological applications and launching them into applications that are more complex and penetrated into all aspects of technology that affect architecture. The most important of these is the technology of augmented and virtual reality, which unleashed the architects' freedom of thought and creativity without restriction, High flexibility; they transferred architecture to the virtual reality world.

The role of the computer in architecture is no longer limited to presentation and imagination, but a main shift in the traditional standards of the design process and the transformation of the computer into an assistant in the design process through the introduction of alternatives to design thought, study of the relationship of design to the general site and the studies of environmental, sound and optical design.

Therefore, the problem of research is concentrated on the lack of clarity on the impact of the understanding of local architectural designers on the applications of augmented, and the virtual reality design process at the levels of education, perception and production, as well as the lack of local literature related to the importance of augmented and the virtual reality as one of the architectural design tools related to the creation of buildings.

The aim of the research is to show the role of augmented, and the virtual reality as one of the most important requirements of architectural design, in computer applications since its inception, through the introduction of a fundamental debate revolves around virtual reality and architectural creativity and is linked to the relationship between architecture and one of the latest computer technologies.

Keywords: augmented reality, virtual reality, architectural design, technological developments, product perception.

الخلاصة:

نجحت التطورات التكنولوجية والثورة الرقمية في دمج العديد من التطبيقات التكنولوجية والإنطلاق بها إلى تطبيقات أكثر تعقيداً وتوغلت في كافة جوانب التكنولوجيا التي تؤثر على العمارة، وأهمها تكنولوجيات الواقع المعزز والإفتراضي، الأمر الذي أطلق العنان للمعماريين في حرية الفكر والإبداع بدون قيود، وطفى على الفكر المعماري مستويات عالية من المرونة ناقلاً المعماري إلى عالم الواقع الافتراضي.

لم يعد دور الحاسوب في العمارة يقتصر على الإظهار والتخيل بل حدث تحول جذري في المعايير التقليدية للعملية التصميمية وتحول الحاسوب إلى مساعد في العملية التصميمية من خلال طرح بدائل للفكر التصميمي، ودراسة علاقة التصميم بالموقع العام والدراسات البيئية والصوتية والضوئية للتصميم. وعليه كانت مشكلة البحث تتركز في قلة وضوح مدى تأثير فهم المصممين المعماريين المحليين لتطبيقات الواقع المعزز والإفتراضي على عملية التصميم على مستويات التعليم والإدراك والنتائج، فضلاً عن قلة الأدبيات المحلية المرتبطة بأهمية الواقع المعزز والإفتراضي كأحد أدوات التصميم المعماري المتعلقة بخلق الأبنية واستيعابها قبل أن تبنى.

أما هدف البحث فكان إظهار دور الواقع المعزز والإفتراضي كأحد أهم متطلبات التصميم المعماري سواء المعزز منها أم الافتراضي فيما يتعلق بتطبيقات الحاسوب منذ ظهوره، من خلال طرح جدل أساسي يدور حول الواقع الافتراضي والإبداع المعماري ويرتبط بالعلاقة بين العمارة وبين أحد أحدث تقنيات الحاسوب ومدى استيعاب المعماريين لمفهوم وامكانيات تقنية الواقع المعزز والإفتراضي.

الكلمات المفتاحية: الواقع المعزز، الواقع الافتراضي، التصميم المعماري، التطورات التكنولوجية، إدراك النتائج المصمم.

المقدمة:

حاسوب يمكن ربطها بالإنسان وارتداؤها، فضلاً عن أجهزة ذكية يمكن حملها" [7].

تستخدم تكنولوجيا الواقع المعزز في مجالات وتطبيقات الهواتف المحمولة الذكية فضلاً عن الأجهزة اللوحية عن طريق كاميراتها مما يمكن من اظهار صورة للعالم الحقيقي، ومن ثم وضع طبقة من الكائنات الرقمية، بما في ذلك معلومات أو صور، فوق ذلك الواقع. وقد قسم (Dunleavy, M, & Dede, 2014) أنواع الواقع المعزز إلى:

1. التصنيف على معايير تمييز الموقع:

يعتمد على مدى توفر الوسائط الرقمية للمستخدمين عن طريق الهواتف الذكية أو الأجهزة المحمولة وخاصة تحديد المواقع GPS، كما أن الوسائط المتعددة (كالنصوص والرسومات والملفات الصوتية ومقاطع الفيديو والأشكال ثلاثية الأبعاد) تزود البيئة المادية بمعلومات أكاديمية أو ملاحية ذات صلة بالموقع. [11]

2. التصنيف على معيار الرؤية:

تتم عن طريق تزويد المستخدمين بوسائط رقمية بعد أن يتم تصوير شيء معين بواسطة كاميرات الهواتف أو الأجهزة الذكية المحمولة مثل (الصور متعددة الأبعاد، وعلامات Markers) بحيث تستطيع هذه الأجهزة التقاطها وتمييزها لعرض المعلومات المرتبطة بها.

1-1-1: خصائص الواقع المعزز:

أشار (Anderson, Liarokapis, 2014) أن هناك عدة

خصائص للواقع المعزز منها ما يلي: [10]

1. يمزج الجوانب الحقيقية والافتراضية، في بيئة واحدة.
2. التفاعلية الكاملة تحدث في وقت استخدامها.
3. تتميز بكونها ذات نتائج ثلاثي الأبعاد D3.
4. تعمل على توفير المعلومات الواضحة وبشكل دقيق.
5. توفر إمكانيات ادخال المعلومات بطريقة سهلة وفعالة.
6. توفر تفاعلية عالية بين أطراف العمل التصميمي.
7. تقدم معلومات ذات فائدة عالية رغم بساطة الاستخدام.
8. جعل التعاملات والنتائج المعقدة سهلة للمستخدمين.
9. فعالة بشكل كبير إقتصادياً وقابلة للتوسع المستقبلي.

بالتالي فالواقع المعزز هو تقنية أو تكنولوجيا تفاعلية تشاركية متزامنة تستخدم مختلف الأجهزة والتطبيقات لإضافة معلومات رقمية للبيئة الواقعية الحقيقية كالصور والروابط والمقاطع الفيديوية وبإشكال ذات أبعاد متعددة.

1-1-2: تطبيقات واستخدامات الواقع المعزز (AR):

يمكن استخدام تقنيات الواقع المعزز في مجالات العامة وخصوصاً في التصميم والألعاب، وحتى في مجال السياحة كما في تطبيق (Layar) الذي يستطيع إظهار معلومات مهمة حول الأماكن المختلفة التي يزورها السائح، وذلك من خلال إستعمال التطبيق عند زيارة أحد المواقع وقراءة المعلومات التي تظهر في طبقة فوق الصورة

يسعى المماريون على مستوى العالم إلى إستعمال أفضل التقنيات المتاحة للوصول إلى آخر المعلومات والإطلاع على أبرز التطورات والأفكار لحل المشاكل والقضايا المعمارية فضلاً عن سعيهم إلى تطوير واستغلال أفضل الامكانيات لتقديم أفكارهم وعرضها بالشكل الذي يحقق البساطة والوضوح، ليس فقط لأعضاء فريق التصميم والتخصصات غير المعمارية ولكن أيضاً لدى مستخدمي المشروع أو من غير المتخصصين.

حيث أثرت التطورات الرقمية الجديدة على معظم المجالات وأهمها العمارة، فقد جاء الواقع الافتراضي ليغير الطريقة التي نتعامل بها مع الفضاءات التصميمية. فهو ليس بديلاً مستقلاً ومنفصلاً عن الواقع الحقيقي ولكن بات جزءاً منه. ومن أجل العمل في هذا المجال الواسع كان من الضروري تعلم مهارات معمارية جديدة إضافة لتمكيننا من العمل على أجهزة العرض الجديدة. حيث يتم التركيز هنا على اظهار دور الواقع الافتراضي كأحد أهم التطبيقات الحاسوبية واستخداماته في التصميم المعماري خلال طرح جدل أساسي يدور حول الواقع الافتراضي والابداع المعماري ويرتبط بالعلاقة بين العمارة وبين أحد أحدث تقنيات الحاسوب ومدى استيعاب الممارين لمفهوم وامكانيات تقنية الواقع المعزز والإفتراضي، وربط الجانب الفكري مع الجانب التطبيقي.

1-1-2: تكنولوجيا الواقع المعزز والواقع الافتراضي:

يعد الواقع المعزز والواقع الافتراضي طريقتان لتغيير المبادئ التي ننظر بها إلى العالم من خلال استخدام التكنولوجيا. في بعض الأحيان يكون الإعتقاد أن (الواقع المعزز AR) و(الواقع الافتراضي VR) هما نفس التقنية ولكن هنالك فروقات جوهرية بينهما لذلك يجب ان نوضح مميزات كل جانب منها.

1-1-1: الواقع المعزز "Augmented Reality":

يعرف بأنه نسخة محسنة من الواقع الذي تم إنشاؤه باستخدام التكنولوجيا لإضافة معلومات رقمية على صورة لشيء ما، ويكتب إختصاراً (AR). يعمل الواقع المعزز عن طريق إضافة مستويات غير واقعية إلى الواقع الحقيقي، ويتم هذا من خلال أدوات لها مقدرة على إحداث هذه الإضافة وهذا الربط.

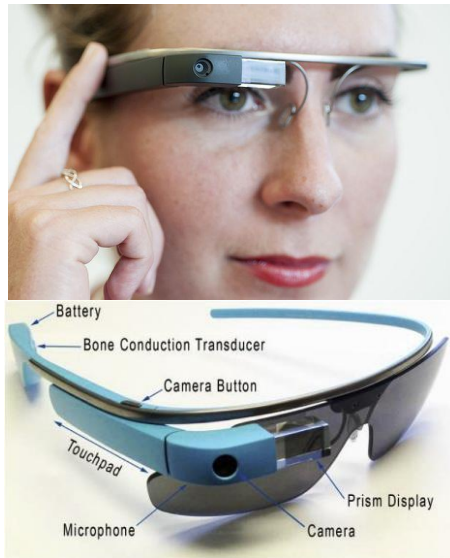
فالواقع المعزز هو تقنية تفاعلية متبادلة التأثير تدمج مميزات الواقع الحقيقي مع الواقع الافتراضي بطريقة ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، حيث عرف الباحث التقني دوني ليفي (Dunleavy) الواقع المعزز بكونه: "تلك التكنولوجيا التي تسمح باندماج حقيقي مترابط زمنياً لبيئة رقمية موجودة متكونة من التطبيقات والبرمجيات والمعلومات المحوسبة مع عالمنا الواقعي". كما عرفه (Binger, Larsen) بأنه: "إضافة معلومات رقمية وتركيبها واخذ صورة لها وإستعمال وسائل رقمية للواقع، ومن وجهة نظر تكنولوجية يتطلب الواقع المعزز اجهزة

8. **الواقع المعزز في التصميم المعماري المتقدم:** يستطيع المعماريون باستعمال تقنيات الواقع المعزز من تصميم الأبنية بشكل أكثر نجاعة من الطرق التقليدية، فالتصميم هنا يتم بذات الوسائل التصميمية الثلاثي الأبعاد التقليدية كـ (AutoCAD) مع اختلاف العرض الذي يكون في الواقع والتغيير يتم بالأيدي بشكل مباشر بدون الحاجة للطرق القديمة. من تصور التطورات الجديدة في المناظر الطبيعية الحالية، إلى التركيبات الثلاثية والتركيبات المسبقة للتركيب، يوفر الواقع المعزز للمطورين وعملاتهم فرصة الانغماس في عفار قبل فترة طويلة من تاريخ بناءه.

1-3: طريقة عرض الواقع المعزز:

تتضمن الوسائل التي تساعد في عمل الواقع المعزز مجموعة من العناصر أو الأدوات الأساسية منها:

1. وسائل عرض متطورة (يمكن تكون شاشة عرض أو نظارة أو جهاز إسقاط... إلخ).
2. مجموعة من الحساسات متعددة الأنواع والاستخدامات، مثل حساسات المسافة والإضاءة والاتجاهات والمواقع.
3. أدوات إدخال رقمية مثل الكاميرات والميكروفونات.
4. النظارات والأجهزة المحمولة على الرأس: تتضمن هذه الفئة النظارات التي يتم عرض العناصر المدمجة مع الواقع عن طريق عكسها على عدساتها (كما في نظارات Google Glass [2]. شكل رقم 1)



شكل رقم (1) يوضح نظارات Google Glass

https://www.researchgate.net/figure/Google-Glass-with-structure-labels_fig3_316155911

العدسات اللاصقة: ما يزال هذا النوع من أجهزة العرض المتقدمة قيد الدراسة والتطوير، لكنه يعتمد على عرض المعلومات على عدسة مشابهة لعدسات تصحيح النظر التي توضع على العين.

الحقيقية الخاصة بالموقع. بحيث يتم إضافة عناصر افتراضية من خلال تطبيقات الحاسوب. [2]

حيث يعرض الواقع المعزز النتيجة بشكل آني، فتتم التغييرات والتعديلات والإضافات بصورة مباشرة ولا يتم التغيير وعرض النتائج بمراحل زمنية متباعدة، بل تدمج المراحل بشكل مباشر. وأضحى من الممكن جعل الأجواء الواقعية المحيطة متفاعلة مع المستخدم بفضل التكنولوجيات الحديثة، حيث من الممكن أن توضع معلومات وكائنات رقمية وتضاف فوق المشهد الواقعي، وهذه الإضافات قد تكون مشابهة للواقع أو قد لا تكون، حيث بالأماكن ظهور معلومات أو أشكال تشير إلى حالة الطقس مثلاً، بالتالي يمكن استعمال الواقع المعزز في مجالات مختلفة، ومن بين أهم هذه الاستخدامات والتطبيقات: [2]

1. **تصاميم المنشآت المختلفة:** مع هكذا تقنيات وإمكانياتها في تحديد المواقع بمستوى فائق الدقة يمكن للجهات المصممة والزبائن مشاهدة الأبنية كما لو أنها قد بنيت فعلاً، حيث يمكن التأكد من تناسب المنشآت لموقعها فضلاً عن التغييرات التي طرأت عليها خلال الزمن. [7].
2. **الإبداع في الفنون البصرية:** تعطي تقنية الواقع المعزز إمكانية كبيرة على الإبداع في الفنون المرئية والبصرية بشكل كفوء، حيث يمكن للفنان من الرسم والتعديل عليه بشكل مباشر، فضلاً عن عمل مونتاج للفيديوهات المختلفة وتصميم الرسوم المتحركة والثلاثية الأبعاد.
3. **إمكانيات التسويق:** من الممكن لهذه التقنيات أن تحدث تغييرات كبيرة في مجال التسويق عن طريق عمل مجسمات ثلاثية البعد لمختلف المنتجات، كما يمكن للمستخدم مشاهدتها في العالم الحقيقي وبأبعادها الواقعية، مما يوفر تجربة مختلفة وحقيقية حول خصائص واستعمالات وتناسب المنتج. [7].
4. **مجالات التعليم:** يمكن استثمار تقنيات هذا الواقع من أجل تطوير وسائل التعليم المعروفة وترك الوسائل التقليدية غير الكافية من خلال تغييرها بمجسمات ثلاثية البعد.
5. **حالات الطوارئ والإنقاذ:** يمكن عن طريق هذه التقنيات المتطورة واندماجها مع الخرائط والمخططات من معرفة مواقع المستشفيات أو أماكن العلاج، فضلاً عن الحصول على توجيهات أشبه بالواقعية للوصول إليها.
6. **الاستخدامات اليومية التقليدية:** يمكن استعمال الواقع المعزز من أجل إظهار المعلومات والجوانب الترفيهية بسهولة عالية، حيث من الممكن استغلال هذه التقنية للحصول على أحوال المناخ أو الاسهم أو المعلومات المهمة.
7. **الاستخدامات العلاجية:** توفر التقنية فوائد كثيرة في المجالات العلاجية كما في إنشاء مخطط مجسم ثلاثي الأبعاد للأجزاء البشرية الداخلية، بحيث يتمكن الطبيب من معرفة معلومات مهمة أثناء إجراء الجراحة. [2]

وترويج المعلومات المتعلقة بالبيئة التاريخية والعناصر الأثرية والفنية، ويمكن اكتساب معلومات أغنى وإحساس أكبر بالتفاصيل العمرانية والثقافية ضمن الجولة المعروضة من خلال استخدام هذه النماذج كخلفيات بيئية للمواقع والأمكنة التي يعيشها المشاهد في أنظمة الواقع الافتراضي.

2-1: الواقع الافتراضي "Virtual Reality"

يعرف بأنه استخدام تكنولوجيا الكمبيوتر لإنشاء بيئة محاكاة ويرمز له بالأحرف (VR). هو وسيلة يستطيع الفرد من خلالها أن يرى ويحس وحتى يلمس من خلال المعلومات في الحاسوب، إذ تجعله متفاعلاً مع العالم المماثل للعالم الحقيقي بواسطة تكوين محاكاة لبيئات تخيلية، بإجراء التجارب أو المرور عبر المباني أو وصف مدينة. [1].

وتقوم فكرة تقنية الواقع الافتراضي بعرض واقع مختلف تماماً عن الواقع الذي أمامنا، فقد يكون الواقع الافتراضي مصطنعاً، مثل مشهد متحرك، أو مكان فعلي تم تصويره وتضمينه في تطبيق واقع افتراضي.

وباستخدام تطبيقات الواقع الافتراضي، يمكن التصميم في مختلف المجالات أو استكشاف الأماكن التي لا يمكن زيارتها.

1-2-1: تطبيقات وإستخدامات الواقع الافتراضي (VR):

هنالك العديد من تطبيقات الواقع الافتراضي وهي تزداد كل يوم، فمثلاً يمكن تطبيقها في المجالات المتعددة الآتية: -

2. **البحث العلمي:** يستخدم الواقع الافتراضي في البحث العلمي والهندسي لتقصي أي ظواهر طبيعية تحت الدراسة كما يستخدمه خبراء الطاقة لتمثيل الإمكانات أو الخطر المحتمل وتدريب الكوادر على التعامل مع مثل هذه الحالات.

3. **محاكاة الطيران:** تعد أفضل طريقة لتدريب الأفراد على العمل في البيئات الخطرة أو التعامل مع المعدات الباهظة التكاليف عن طريق المحاكاة. ولذلك يتم تدريب الطيارين عادة على أجهزة للمحاكاة الجوية.

4. **الطب:** يمكن للأطباء التدريب عن طريق الواقع الافتراضي، على إجراء الجراحات الجديدة عن طريق نماذج محاكاة للأفراد. وباستغلال ما يعرف بالحضور عن بعد. وهو ما يعني إعطاء الفرد الإحساس بالتواجد في موقع بعيد عما هو فيه.

5. **الترفيه:** يعد الواقع الافتراضي في عالم الترفيه طريقه مهمة لمحاكاة عالم الألعاب التخلي والتعامل معه، وقد بدأ الواقع الافتراضي عملياً من خلال ألعاب الحاسوب. وتعد تطبيقات الواقع الافتراضي في مجال الترفيه لغرض إعطاء المستخدم فرصة التجارب الخيالية وذلك دون التعرض لأي أذى أو مخاطر حقيقية.

6. **الواقع الافتراضي في التصميم المعماري:**

5. الأجهزة المحيطية: تكون عبارة عن عدد من وسائل العرض والإسقاط الصوري (مشابهة لتلك الأجهزة المستخدمة في صالات السينما) تقوم بإظهار البيانات والمعلومات.

6. الأجهزة الجواله: تتركز هذه في الهواتف الجواله الذكية والأجهزة اللوحية، فمن الممكن إستعمال تطبيقات خاصة مع هذه الأجهزة تسمح لها بعرض واقع معزز أو مدمج. [6].

1-1-4: أنظمة الواقع التفاعلي المعزز (Augmented Reality Systems):

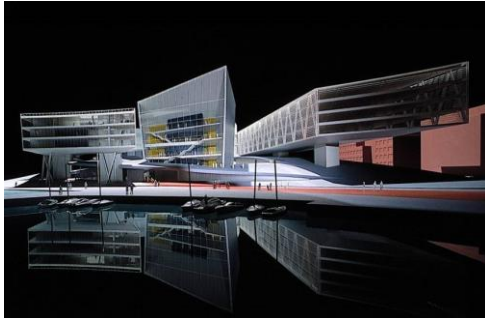
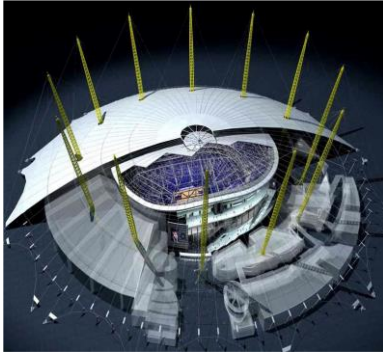
يمكن للمستخدم ضمن هذه الأنظمة أن يتفاعل مع البيئة الافتراضية الممثلة بوجوده في البيئة الفعلية في نفس الوقت باستخدام الأجهزة المحمولة أو الشخصية، إذ تظهر عناصر البيئة الافتراضية معروضة كجزء من البيئة الحقيقية ضمن شاشة العرض، ويعد هذا النوع من الأنظمة مفيداً في المشاريع المختلفة عند الحاجة إلى تقليص مقدار حجم النماذج ثلاثية الأبعاد المطلوبة لتمثيل البيئة الافتراضية. وتستخدم هذه النظم ضمن قطاع الحفاظ عادة لغرض إظهار بعض العناصر غير المرئية أو الموجودة حالياً ضمن البيئة الحقيقية، ويستخدم لذلك عدة أنواع من أساليب وأدوات العرض كالحواسيب والهواتف الشخصية المحمولة. فعند تصميم مشروع إعادة إنشاء رقمي لموقع تاريخي على سبيل المثال، يمكن أن تعرض الأجزاء المفقودة من المباني المتهترئة، ويبدو المبنى كاملاً عند توجيه شاشة الهاتف النقال نحو أطلال المبنى عند تفعيل خاصية عرض بيئة الواقع الافتراضي. [5]. شكل رقم (2).



شكل رقم (2) يوضح أمثلة على نظم الواقع الافتراضي المعزز، المصدر: [6].

إذ توفر هذه النظم لناشري الكتب والمجلات فرصة لعرض النماذج المجسمة واستخدامها كتوضيحات وتفسيرات عند الرغبة في نشر

أي ان المعماري يستطيع ان يتعرف على المشاكل والأخطاء الفعلية التي يتضمنها التصميم المقترح والعمل على تعديلها، فضلاً عن امكانية التعرف على مواطن الجمال اثناء تحركه افتراضياً (Virtually) داخل التصميم المقترح، وبذلك يحصل المعماري من خلال تلك التقنية على نتائج أفضل من أن تتم مراحل اختبار التصميم ومراجعته من خلال رسومات ثنائية الابعاد، [4]، فضلاً عن ان الواقع الافتراضي يقدم امكانية مفتوحة لإعادة استعراض عناصر التصميم بمرونة لا محدودة دون التزام بالمسار المحدد أو زوايا المشاهدة التي تحدد عند استخدام اللقطات الثابتة أو الفيلم المتحرك حتى يتمكن كلا من المعماري او الزبون من النقاش و التداول حول التصميم ليتم الاتفاق على التصميم النهائي. فضلاً عن كون المعماري يستطيع ان يستخدم الحاسوب كأداة تصميمية تفاعلية تساعد في صياغة ابداعاته، شكل رقم (4)، وسيظهر تأثير هذه الاداة في تطوير آليات التصميم المعماري بشكل كبير مما سيؤدي الى تغير آليات العمل في المؤسسات والشركات. [3].



شكل رقم (4) إستخدام الحاسوب كأداة تصميمية تفاعلية تساعد المعماري على صياغة إبداعاته

يشير (Sherman & Judkins) في كتابهما (1993 Virtual Reality) "إننا نستطيع أن ندرك مدى الخطأ الذي يقوم به عندما نتعامل مع التصميم في شكل مساقط ثنائية الابعاد في حين أننا نستطيع ان ندخل وندور ونتحرك داخل التصميم، حيث إن الواقع الافتراضي يتيح لنا الفرصة بأن نختبر التصميمات بشكل متكرر الى أن نصل الى درجة الاقتناع". [18].

ويتوقع للواقع الافتراضي كتكنولوجيا جديدة مستقبل واعد كتطبيق يمكن للمعماريين الاستفادة منه كأحد تطبيقات الحاسوب في العمارة، حيث يمكن ان يشمل التطور مجالات عدة منها: [3].

1. أداة تسويق للمشروعات والمواد والخامات المعمارية في المبنى كأداة فعالة للعرض التفاعلي (interactive adaptive displays) حيث يستخدم في معظم شركات الاتاث في أمريكا وأوروبا واليابان.

2. الحركة الداخلية (walkthroughs).

3. الاتصال (communications) كأداة بين المعماري والاستشاريين وبين العملاء عبر حواجز المسافة واللغة.

4. التعليم المعماري: توضيح جميع زوايا المشروع واستعراض اشكال المبنى.

5. تقييم ودراسة أثر الإضاءة: سواء كانت طبيعية او صناعية، صباحاً ومساءً.

6. تحليل الفضاءات: من خلال دخول تلك الفضاءات افتراضياً.

كما يتيح توفر تقنيات الواقع الافتراضي تشكيل مراحل التصميم المعماري ليس فقط لمقدرته الواعدة كأداة للاتصال البصري بل لأنه يقدم خدمة على درجة عالية من الأهمية والفاعلية يمكن فهمها على أنها فرصة للتشغيل التجريبي (Trial Run) للمصمم المعماري ليختبر تصميماته، وفهم نظم الإنشاءات واختبار المواد وتقييمها على المبنى الافتراضي. [3] ، شكل رقم (3).

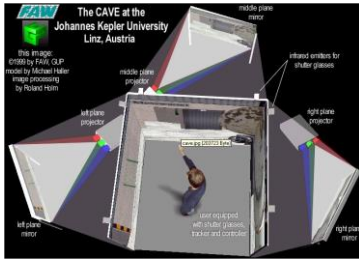


شكل رقم (3) تكنولوجيا البناء الحديثة مع استخدام الواقع الافتراضي لإختبارات الإضاءة وبدائل المواد البنائية

<https://aectechdotblog.wordpress.com>



شكل رقم (5) يوضح خوذة الرأس (HMD) -
/https://uploadvr.com/vr-hmd-specs



شكل رقم (6) يوضح الفضاء الفيزيائي الذي يدعى نظام الـ(Cave)
<http://couldthishappen.com/wp-content/uploads/2012/03/CAVE.jpg>

وعليه يندمج المستخدم في أنظمة الاندماج كلياً ضمن البيئة الافتراضية وتأثيراتها، حيث يمكن تطبيقها بنجاح لغرض تفاعل المستخدمين في جولات المتاحف الافتراضية والتجول في مشاريع المدن القديمة الافتراضية، وهذا النوع من الأنظمة يحتاج إلى أداء حاسوبي متقدم لعرض تمثيل دقيق للبيئة الحقيقية، [6]. وتتألف نظم الواقع الافتراضي الاندماجية من أجهزة الحاسوب، وأدوات الإدخال والتفاعل، وأدوات إظهار وعرض النتائج، والبرامج الحاسوبية والبرمجيات، وبيانات التمثيل والمستخدمين. [14].

التخطيط الحضري الكبيرة، وقد أخذ اسم الشركة مورفوسيس من الكلمة اللاتينية Morphosis والتي تعني التشكيل.

يمكن للأفكار ثنائية الأبعاد أن تقدم فكرة عامة عن شكل المبنى وقياسه، إلا أن قدرة الواقع الافتراضي في نقل الإحساس بالعمق والبعد الثالث كبيرة. حيث يقول (Aran Emerson)، المشرف على تطوير الأعمال في شركة (Morphosis) 1: "إنها عملية اندماج كلية، فالواقع الافتراضي هو أقرب وسيلة لرؤية ذلك بمقياس واحد إلى واحد".

ويستخدم بعض المهندسين المعماريين هذه التقنية لأنها لا تسمح لهم بمشاهدة المبنى المقترح فحسب بل أنها تتيح لهم الإحساس بما سيشعرون به داخلها. حيث يقول المعمار (Thom Mayne)، مؤسس شركة (Morphosis) والحائز على جائزة بريتركر: "أنا أتلاعب بالوقت، فأنا أسير داخل المبنى قبل بنائه". [13]. وأما على مستوى عملي أكثر، يسمح الواقع الافتراضي لغير المعماريين بإستيعاب المفاهيم المعمارية بطرق أسهل.

2-2-1: أنظمة الواقع الافتراضي في العمارة:

أولاً: الأنظمة الاندماجية (Immersive Systems) في العمارة:

يعد الإندماج (في هذه الأنظمة) هو الحد الأقصى للإندماج المستخدم داخل العالم الافتراضي في أنظمة (VR). إن أنظمة الاندماج هذه غالباً ما تزود الشخص بخوذة الرأس (HMD) لأن هذه الخوذة أو قناع الرأس تحوي على شاشة العرض والسماعات الصوتية، شكل رقم (5). إن إحدى القابليات المهمة في الأنظمة الاندماجية (VR) هي إمكانية خلق انطباع داخل الشخص لبيئة هائلة الحجم، ضمن فضاء فيزيائي صغير في الواقع يدعى (Cave)، شكل رقم (6)، وذلك باستخدام شاشات إسقاط متعددة موجودة داخل الخوذة لخلق أي فضاء يريده المستخدم. وهناك نوع جديد من أنظمة الكهف يعد أكثر تعقيداً، حيث يتكون من غرفة صغيرة يتم العرض فيها على كافة الجدران والأرضية والسقف، وهي عبارة عن شاشات إلكترونية خاصة للعرض، وهذا ما يؤمن انفصلاً كاملاً عن البيئة المحيطة. [14].



VR HMD Roundup:
Technical Specs

1 شركة مورفوسيس (Morphosis): هي شركة هندسية متعددة التخصصات مقرها في لوس أنجلوس، شاركت في تصميم عدة مباني مبتكرة وبيئات حضرية في أمريكا، كما ساهمت في الكثير من البحوث المعمارية، حيث اختص مجالها في نطاق المباني السكنية والمؤسساتية، والمدنية لمشاريع



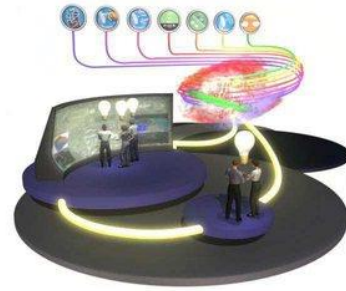
شكل رقم (8) يوضح تقنيات الرسم الافتراضي الاندماجي

https://aectechdotblog.files.wordpress.com/2018/01/2u_hololens_salesexperience_2.jpg

وأشار (David Namm)، وهو شريك في شركة (Gehry Partners)، المكتب المعماري لفرانك جيري، بأن الاستوديو الخاص بهم يستخدم تقنية الواقع الافتراضي أيضاً كطريقة لفحص التصميم وعرضها. حيث يقول: "نحن نستخدمها كأداة تحليلية"، كما يشرح: "إنه يمنحك إحساساً بماهية الفضاء، لذلك فأنت تتخذ القرارات استناداً إلى تجربتك داخل الفضاء. عند تصميمنا لقاعة حفلات الموسيقية مثلاً، فإنها تخبرنا، "خط الرؤية هذا لا يعمل". إنها تؤثر على ضبط التصميم بدقة." [11].

ومن تطبيقات المراسم الإندماجية هو العرض التقديمي لمبنى مؤسسة (Luma) الذي صممه شركة (Frank Gehry Partners) في

ومن الأمثلة على هذه النظم معرض مركز (SGI reality center) الذي يتسع لأربعين شخصاً وفيه شاشة نصف كروية بأبعاد (25 * 8 م) وفيه ثلاث عارضات نوع (RGB projectors) تعرض صورة واحدة بدقة عالية وتنفذ من خلال حاسوب ضخمة (SGI Onyx 3400 supercomputer) له قدرة تخطيط صوري عالية (InfiniteReality3 graphics)، وواجهة تفاعل المستخدم مع المشهد (vrNav) برنامج تجول مشاهد ثلاثية الأبعاد طورته خدمات التقنية الأكاديمية (Academic Technology Services) في الولايات المتحدة الأمريكية. [6]. شكل رقم (7).



شكل رقم (7) يوضح معرض مركز (SGI reality center).

<http://www.decision-concepts.com/reality-centre.html>

1. المرسوم الافتراضي الاندماجي:

يتم الاعتماد فيه على تقنية الحقيقة الافتراضية (Virtual Reality) التي تخلق بيئة شبيهة بالبيئة الحقيقية عن طريق استخدام الحاسوب ويؤدي ذلك إلى الاندماج والتعايش معاً حسيّاً، فهذه التقنية تقوم على مبدأ إيجاد الاندماج بين المعلومات الرقمية والحواس الإنسانية وذلك بغية الوصول إلى تصميمات ذات مرونة وكفاءة عالية.

حيث يتم خلق هذا العالم الافتراضي عن طريق تغيير المخططات الثنائية الأبعاد إلى مجسمات ثلاثية البعد يتم الاندماج معه والتعايش فيه عن طريق استخدام الأجهزة المخصصة لهذا الهدف والتي تساعد المصمم على الاندماج في تصميمه والتعايش معها وتجربتها. [4]. شكل رقم (8).

ورخص الثمن وقابلية حملها والتقل بها، وتتم عملية التفاعل عادة من خلال الأدوات الشائعة كلوحة المفاتيح وفأرة الحاسوب مما يجعلها الأنظمة الأقل في المستوى التقني والأكثر اقتصادية. [5]. ويمكن في هذه الأنظمة عرض النماذج ثلاثية الأبعاد على شاشة بانورامية جدارية كبيرة لفضاء واسع، بحيث يمكن إظهار الصور بالحجم الفعلي. ويساهم تحسين وسائط الواقع الافتراضي ونظامه في انتشار هذا النوع من الخدمات في يد المستخدم بشكل متزايد عن طريق استخدام الأجهزة الشخصية والبسيطة غير المعقدة أو المكلفة. [8] شكل رقم (10).



شكل رقم (10) أمثلة على نظم الواقع الافتراضي غير الاندماجية
<https://pages.shanti.virginia.edu/medianet/2012/09/28/new-ways-to-view-information>

1. المرسوم الافتراضي غير الاندماجي:

يكون التصميم هنا منطلقاً من برامج الحاسوب التصميمية التقليدية كـ (AutoCAD أو 3DMax) وغيرها من التطبيقات والبرامجيات التي يتم من خلالها خلق واقع افتراضي غير إندماجي على شاشة الحاسوب [6]. كما في عملية تصميم مشروع مبنى المشاة الغربي (West Pedestrian Building) في (San Ysidro) أمريكا، من تصميم (Miller Hull) 2017، حيث تم إنشاء نموذج (BIM) شامل كوسيلة لتحقيق متطلبات الزبون فضلاً عن الرغبة في خلق بناء افتراضي للمشروع قبل الإنشاء الفعلي. (14). حيث لم يساعد نموذج معلومات المشروع بالقيام بتنسيق تصميم المبنى والأنظمة فقط، وإنما

آرل، فرنسا. والذي تم تصميمه وفق تقنيات الواقع الافتراضي، حيث بدأت شركة (Gehry Partners) باستخدام الواقع الافتراضي منذ عدة سنوات، عندما حول عميل في آرل، فرنسا، أحد المفاهيم التصميمية للاستوديو إلى تجربة الواقع الافتراضي. (Carolina, 2018). شكل رقم (9).



شكل رقم (9) يوضح مبنى مؤسسة (Luma) في فرنسا
<http://aasarchitecture.com/2014/04/ground-breaking-ceremony-for-arts-resource-center-by-frank-gehry.html>

ثانياً: الأنظمة غير الاندماجية (Non-Immersive Systems) في العمارة:

يمكن للمستخدم هنا أن يشاهد تمثيل المباني والمنشآت والعناصر ضمن شاشات العرض وأجهزة العرض الضوئية الجدارية وكذلك أجهزة عرض البيانات المسقطة على شاشة كبيرة مع تغطية جزئية لبيئة افتراضية أو على شاشة الحاسوب الشخصية، وعادة ما يكون هذا النوع من الأنظمة ملائماً لمشاريع المؤسسات الصغيرة أو للأغراض البحثية. ورغم أن النماذج ثلاثية الأبعاد في هذه الأجهزة لا تكون اندماجية عادة لكون طريقة عرض مكوناتها المجسمة غالباً ما تكون محدودة ومقيدة وعلى سطح مستوي، إلا أنها تمكن المستخدم من التجول واستكشاف بيئة افتراضية ضمن الوقت الآني الحقيقي، مع إمكانية استخدامها مع بعض أدوات الاندماج كالشاشات المحمولة على الرأس أو أنظمة الإسقاط لتحسين درجة واقعية البيئة الممتلئة، وتقدم هذه الأنظمة فعلياً ميزات عدة منها إمكانية توفرها للجميع

وبينما يمكن الاستعانة بتقنيات الواقع المعزز من أجل تخيل التصميمات في مراحلها الأولية ومراحل وضع الفكرة للمشاريع المختلفة، يمكننا أيضاً استخدام برامج نمذجة معلومات البناء (BIM) للهاتف مثل (BIM360 Glue/Field) من أجل تنسيق وتصور النموذج الثلاثي الأبعاد بواسطة الأجهزة اللوحية في الموقع خلال عملية التشييد. فبينما ساعدت هذه الأدوات على تسهيل التنسيق وإيجاد حلول للمشاكل على أرض الواقع، فقد وجد أن القدرة على تضمين المعلومات ثلاثية الأبعاد في الرسومات المساعدة خلال عملية تقييم التصميم هو أمر مفيد للغاية. أدت عملية قص ونشر تفاصيل ثلاثية الأبعاد معينة إلى فهم أعمق للتصميم من قبل المتعهدين والمقاولين مما يسهل عملية التنسيق وحل المشاكل في الموقع. [14].

2-1-1: جوانب التحكم الإيمائي لخلق الواقع المعزز:

بفرض قدرة المماريين على الرسم بالمقياس الحقيقي، قامت مجموعة التصميم التقني (+ CarrierJohnson CULTURE's) باستطلاع عدة منهجيات للإدخال. تسمح هذه الأدوات للمصممين بالمشاركة الفعالة بشكل أكبر في المشروع في مرحلة التصميم. حيث استغل المطورون حقيقة أن إنتاج النماذج الرقمية في السنوات الأخيرة أصبح أكثر سرعة من إنتاج النماذج المادية. حيث قامت المجموعة في محاولة منها لإشراك المصممين في صنع المشروع دون الحاجة للإدخال بواسطة لوحة المفاتيح أو الفأرة، بتقييم مجموعة متنوعة من منتبكات الحركة مثل (Microsoft Kinect) وأجهزة الإدخال الإيمائي مثل (Leap Motion). هذه المنتجات تخلق تفاعل افتراضي بين أيدي المصمم والمنصات البرمجية المختلفة المستخدمة في عملية التصميم. [16]. شكل رقم (13).



شكل رقم (13) يوضح وأجهزة الإدخال الإيمائي (Leap Motion).

ساهم في تلافي الكثير من الأخطاء التصميمية التي كانت من الممكن أن تظهر بعد تنفيذ المشروع. شكل رقم (11).



شكل رقم (11) يوضح مشروع مبنى المشاة الغربي

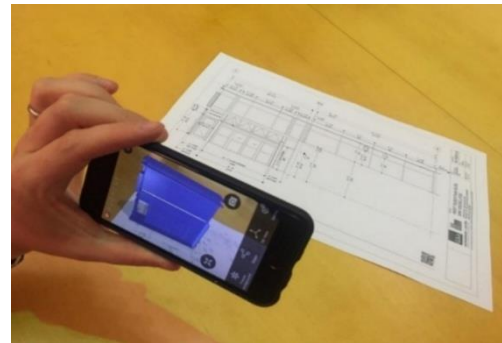
(West Pedestrian Building) في أمريكا

<https://www.autodesk.com/redshift/san-ysidro-border-crossing>

2: الواقع الافتراضي والمعزز في تطبيقات الهندسة المعمارية:

2-1: الواقع المعزز في مجالات الهندسة المعمارية:

بمزج استخدام تطبيقات الواقع الافتراضي مع حساسات الأجهزة الذكية نستطيع تحديد موقع المشاريع من خلال برمجيات التصميم ونشر هذه المشاريع إلى المكان المناسب لها في العالم حيث يصبح بالإمكان استعراضها ومشاهدتها عبر برامج الواقع المعزز. حيث تسمح هذه القدرة للمصممين بتصور المشروع في الموقع كما تصوره شاشة الهاتف أو الجهاز اللوحي المحمول والقيام بجولة في مقترح المشروع. [16]. شكل رقم (12).



شكل رقم (12) يوضح استعراض المشاريع ومشاهدتها عبر برامج

الواقع المعزز، (14).



شكل رقم (15) يوضح تجربة النموذج الافتراضي لبرنامج IrisVR
<https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/360001221927-Scale-Model-Mode-Model-Interaction>

3. برنامج الـ (Revit Live):

يجسد (Revit Live) محرك إظهار محترف. على غرار ميزة الإظهار الواقعي المعزز لبرنامج الـ (Revit) للعروض الثابتة والبانورامية، حيث يؤدي إختيار الزر "Go Live" إلى تحميل النموذج الثلاثي الأبعاد إلى المصدر الرئيسي البرنامج ومن ثم يعود للمصمم النموذج الذي تم إظهاره بالكامل للانتقال والتحرك من خلاله. والذي يمكن من برمجتها لفتح الأبواب والتحرك عبر الدرج بحيث يمكن للمستخدم من التحرك من خلال التصميم بطريقة سلسة. كما يمكن وضع أي بيانات تخص الـ (BIM) والتي ترتبط بعناصر النموذج الافتراضي المصمم، مما يتيح للمستخدم الوصول إلى معلومات النموذج بشكل كامل. شكل رقم (16).



شكل رقم (16) يوضح ميزة الإظهار الواقعي لبرنامج الـ (Revit Live)

<https://www.slideshare.net/AdarshKE/leap-motion-seminar-presentation-ppt>

2-1-2: أهم برامجيات أنظمة الواقع المعزز في العمارة:

1. برنامج الـ (InsiteVR):

عبارة عن منصة اجتماع افتراضية حيث يمكن لفريق كامل التنقل عبر أو حول نموذج ثلاثي الأبعاد معاً. يمكن لتجربة النموذج الافتراضي أن تكون بمقياس حقيقي أو تقليصه ليناسب مع مقياس الطاولة. كما يسمح هذا البرنامج للمستخدم بوضع علامات على العناصر في النموذج وتوضيحها، مما يمنح الفريق بعداً آخراً للاتصال. [19]. شكل رقم (14).



شكل رقم (14) يوضح تجربة النموذج الافتراضي لبرنامج InsiteVR
<https://www.youtube.com/watch?v=DDf5SxpJcAQ>

2. برنامج الـ (IrisVR):

يوفر (IrisVR) انتقالاً سلساً من نموذج ثلاثي الأبعاد إلى تجربة افتراضية معززة. فضلاً عن الاجتماعات الافتراضية والقدرة على وضع تعليقات توضيحية للأجزاء، كما يتيح (IrisVR) رسم وقياس وأخذ لقطات افتراضية لما يتم العمل به في الواقع الافتراضي لتسهيل التعاون والتواصل مع أعضاء الفريق الآخرين. حيث يدعم النظام الأساسي للبرنامج اجتماعات متعددة المستخدمين لما يصل إلى 12 شخصاً، مما يجعل (IrisVR) قائداً واضحاً للتعاون ومراجعة التصميم في (VR). شكل رقم (15).

ضمن عملية التصميم، مما يؤدي لإعطاء المصمم حرية الحركة داخل النموذج للتحقق من عدة وجهات نظر عبر التحكم بالزاوية المتصلة. [16].

ب. الواقع الافتراضي السوري:

أصبح من الممكن تكرار البيئة ثلاثية الأبعاد الصورية (أي بالاعتماد على الصور) من أجل تسهيل عملية تقديم العروض للزبون. حيث يفضل في هذه الحالات أن يتم تقديم المشروع بعرض صور تحاكي الواقع، ولتنفيذ ذلك يتم استخدام أساليب التقديم الحالية لخلق صورة بانورامية مستطيلة (equirectangular) يتم تحويلها فيما بعد لبيئة كروية باستخدام تطبيق جهاز (RoundMe) الذي يعمل على نظامي (Android و iOS). يسمح هذا التطبيق للفرق العاملة على المشروع أن تستخدم تطبيق (Google Cardboard) للهاتف النقال من شركة غوغل وذلك بالتنسيق مع الهواتف الذكية لمشاركة البيئة الثلاثية الأبعاد الصورية للتصميم.

وسيكون باستطاعة الممارسين في المكاتب استخدام تطبيق (Google Photosphere) أو أي تطبيق مشابه للصور الكروية والصور البانورامية من أجل خلق صور كروية لمواقع البناء ومشاركتها مع العاملين في المكتب والمستشارين والمتعهدين. حيث تسمح هذه الصور البانورامية بمستوى أعلى لتوثيق عملية الإنشاء، كما تسمح أيضاً للمشاركين غير القادرين على زيارة المشروع أن يختبروا عملية إنشاء المشروع بطريقة أكثر دقة وشمولية. [14].

2-2-2: أهم برامج أنظمة الواقع الافتراضي في العمارة:

1. برنامج الـ (Enscape):

وهو أحد منتجات شركة (Autodesk) للتصاميم الهندسية، والذي يوفر تجربة واقع افتراضي حقيقية، والتي تمنح ردود فعل فورية أثناء إجراء تغييرات على النموذج الثلاثي الأبعاد. حيث يتيح هذا البرنامج التحكم في الوقت من اليوم وعرض الإظهار الواقعي للتصميم فضلاً عن توفير مادة أكثر واقعية للمواد الطبيعية مثل العشب والأشجار والمياه. كما يمكن من إضافة خلفيات صوتية وسياقية لإضفاء طابع واقعي على التجربة الحسية للتصميم. [19]. شكل رقم (17).



شكل رقم (17) يوضح نتائج برنامج Enscape

<https://cadstore.co.za/shop/cad->

[/software/aec/enscape-floating](https://software/aec/enscape-floating)

2. برنامج الـ (Twinmotion):

<https://bsbgltd.com/blog/bsbg-trials-revit-live-vr-software>

2-2: الواقع الافتراضي في مجالات الهندسة المعمارية:

يمكن تصور الفوائد الكبيرة لاستخدام الواقع الافتراضي في العمارة. حيث تمكن الصعوبة في دمج تقنيات هذه البيئة الثلاثية الأبعاد مع القدرة على إستخدام اليد في عملية التصميم. لكن الأدوات الجديدة المعقدة كالحساسات القابلة للارتداء أو البسيطة كشاشات الكمبيوتر اللوحي لديها القدرة على النقاط بيانات التصميم من حركات اليد الحرة، وهكذا نستطيع عن طريق أدوات التصميم هذه نحت أشكال وفراغات باستخدام أيدينا كالحاتين. [16].

حيث ترى مجموعة (Carrier Johnson + CULTURE) هذا التقدم كمكمل مثالي للمحاكاة المكانية للواقع الافتراضي. وهو ما أوحى للمجموعة ببدء تطوير إستراتيجيات حاسوبية متقدمة لتقنيات الرسم الافتراضي، حيث تعتقد المجموعة أنه باستخدام النمذجة الإيمائية (التصميم باستخدام الإشارة) للواقع الحقيقي والافتراضي نستطيع إحداث نقلة نوعية في فهم الرسومات بالمقاييس الحقيقية. وبهذا يتحول النموذج الثلاثي الأبعاد لرسم ديناميكي يمكن توظيفه بشكل أفضل في حالة فراغية غامرة أو محيطية، وهذا يعني أن المصممين لا يرون نماذجهم الثلاثية الأبعاد كنماذج افتراضية بل كبناء افتراضي قابل للتحقيق. [16]. وهذا له عدة فوائد كبيرة، فهو يزيل حاجز المقياس بين المصمم والزبون أثناء تقديم المشروع.

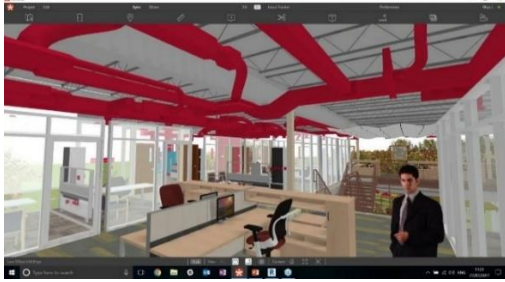
2-2-1: جوانب التحكم الإيمائي لخلق الواقع

الافتراضي:

أ. البيئة الافتراضية

يستفيد الممارسون من عدة منصات للأجهزة الصلبة والبرمجية، من أجل محاكاة شاملة للفراغ لمعاينته أثناء العمل. فمن الممكن من خلال استخدام شاشات يتم التحكم بها بواسطة خذوة على الرأس مثل (HMDs) خلق حالة تمكن المصمم من اختبار تصاميمه بمقياسها الحقيقي. فمن المهم لنجاحها أن يقوم المصمم بوضع أنفسهم في السياق الافتراضي من غير الحاجة لطرح برمجيات جديدة لصياغة العمل.

وعليه فإن كل التقنيات المستخدمة في منصات الواقع الافتراضي تعطي للمصمم القدرة على تحويل الأشكال والنماذج الثلاثية الأبعاد مع دمجها مع خرائط السطح إلى بيئة افتراضية يمكن التنقل بها بواسطة نظام شاشات الرأس (sethead DK2 Oculus Rif). وبهذه الطريقة يستطيع الممارسون والمصممون اختبار وتقييم قراراتهم التصميمية عن طريق اختبارهم لمميزات الفراغ المصمم في بيئة ذات مقياس حقيقي. كما تسمح هذه المنصات بإيجاد حلول تصميمية متعددة حيث يمكن تعديلها في بيئة الواقع الافتراضي الأصلية للمشروع مثل ظروف الإضاءة الطبيعية والصناعية وطبقات الأثاث والمواد. وغالباً ما يكون الهدف من نماذج المحاكاة هذه هو استخدامها



شكل رقم (19) يوضح تجربة النموذج الافتراضي لبرنامج

Revizto في التنسيق بين المنظومات التصميمية

<https://www.youtube.com/watch?v=K3CcxURFeb4>

4. برنامج الـ (Fuzor):

يقدم برنامج (Fuzor) تجربة (VR) تسمح بإنشاء وتخصيص خيارات التصميم بشكل مباشر، سواء كان نقل الأثاث أو تغيير المادة البنائية للسطح. وتؤكد الشركة المنتجة بأن البرنامج يسمح بالتنقل عبر نموذج من خلال تجسيد صور جديدة والالتقاء مع الصور رمزية أخرى، وحتى تحريك أجزاء البناء من أجل التنسيق والتصور لمراحل محددة من التصميم. شكل رقم (20).



شكل رقم (20) يوضح تجربة النموذج الافتراضي لبرنامج

Fuzor

<http://revitoped.blogspot.com/2013/12/fuzor.html>

تم تطويره للتخصصات المعمارية والإنشائية والتخطيط الحضري فضلاً عن المصممين في تصميم المشاهد الحداثيّة، حيث يعمل (Twinmotionharness) على تفعيل إمكانية التشكيل غير الحقيقي، والمستخدم عادةً في إنشاء ألعاب الفيديو، من خلال إتاحة إمكانيات العرض والرسوم المتحركة لأي شخص. حيث يتم إحياء التصميمات من خلال دمج الرسوم المتحركة بما في ذلك الأبنية والأشخاص والسيارات والنباتات وحتى الطقس. شكل رقم (18).



شكل رقم (18) يوضح تجربة النموذج الافتراضي لبرنامج

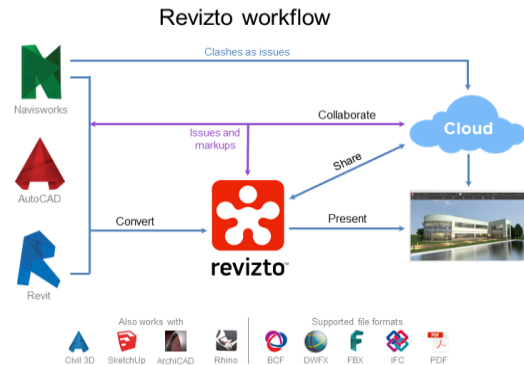
Twinmotion

<https://www.pinterest.com/pin/657736720551227>

952/?lp=true

3. برنامج الـ (Revizto):

لا يعد (Revizto) محرك الإظهار المبهّر فقط، ولكن مصدر رئيس لتجربة واقع افتراضي (VR)، وذلك من أجل التنسيق بين المنظومات المعمارية والإنشائية والخدماتية، وذلك نظراً لأن برنامج (Revizto) يعد برنامجاً متعدد الأبعاد لتتبع المشكلات التصميمية، لذلك يمكن استخدامه من تحديد أي تقاطعات بين التخصصات بشكل فعلي منذ بداية المشروع وتصميمه ومروراً بإنشائه وحتى بعد تشغيله. شكل رقم (19).



<https://store.hp.com/us/en/pdp/htc-vive-business-edition>

3. الشاشات الرأسية من نوع (Gear VR, Cardboard):

يمكن من خلال استخدام برامج الـ (Enscape) تصدير الصور البانورامية والتي ستعمل على (Google Cardboard) أو (Gear VR). بما يمكن فتحها بسهولة باستخدام متصفح الويب. حيث يعمل برنامج (Enscape) على تفعيل الإضافة والتحميل التلقائيين. [15]. شكل رقم (23).



شكل رقم (23) يوضح الشاشة المثبتة على الرأس نوع (Gear VR, Cardboard)

<https://www.amazon.com/Samsung-Gear-Innovator-Discontinued-Manufacturer/dp/B00XBJXLBC>

3: الأمثلة التطبيقية للواقع المعزز والإفتراضي في العمارة:

3-1: استخدام تقنيات الواقع المعزز في العمارة:

يمثل تطبيق الواقع المعزز أو الافتراضي حل أمثل لمعاينة المباني من جميع الجهات حتى يستطيع المشتري أو المؤجر الاطلاع على جميع أنحاء البيت أو الشقة بصورة واضحة وحقيقية، وهو يعد مثال حيوي وحي على تطبيق الواقع المعزز في الهندسة المعمارية، كما هو الحال في تطبيق "مسكني الافتراضي" (SZHP My Virtual Home) والمقدم من قبل برنامج (الشيخ زايد للإسكان) في الإمارات حيث يسمح هذا التطبيق للمستخدمين بالقيام بجولة افتراضية حول المساكن من خلال اكتشاف كافة جوانب الهندسة الداخلية والتفاصيل، وكأنهم موجودون فعلياً في الموقع. حيث يمتاز التطبيق برسوماته التفصيلية العالية الجودة، وواجهته المتعددة اللغات التي يمكن تغييرها فوراً، وحجمه الذي يبقى في الحد الأدنى حتى لدى إضافة صور جديدة من خلال استعمال التقنية السحابية. ويضمن هذا التطبيق للمستخدم تجربة فعالة وسلسة. [12]. الشكل رقم (24).

2-2-3: أبرز الشاشات الرأسية المستخدمة في أنظمة الواقع الافتراضي:

1. الشاشات الرأسية من نوع (Oculus Rift):

تعد (Oculus Rift) هي الشاشة المثبتة على الرأس (HMD) المدعومة حالياً من قبل شركة برامج (Enscape). حيث تعد (Oculus) واحدة من أشهر أنواع الشاشات الرأسية (HMDs) المستخدمة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. يعمل الإصدار النهائي بدقة 1200×2160 بكسل. هذا هو الحل المفضل لبرنامج (Enscape). شكل رقم (21).



شكل رقم (21) يوضح الشاشة المثبتة على الرأس نوع (Oculus Rift)

<https://www.fabtolab.com/oculus-rift>

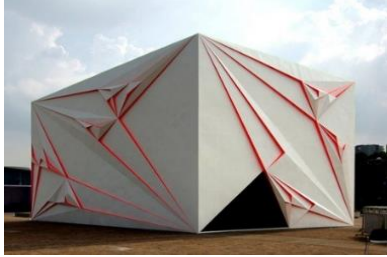
2. الشاشات الرأسية من نوع (HTC Vive):

يتم دعم شاشة (HTC Vive) أيضاً في برامج (Enscape). حيث يكون تصميم هذه الشاشة مشابه لـ (Oculus Rift). يأتي جهاز (Vive) بتتبع موضعي عالي، مما يعني أنه يمكن للمستخدم التحرك بشكل طبيعي في مساحة (5 م × 5 م). [15]. شكل رقم (22).



شكل رقم (22) يوضح الشاشة المثبتة على الرأس نوع (HTC Vive)

ويضم الجناح في داخله عرضاً لمبانٍ خيالية من خرائط مبرمجة على (Google Earth) تستجيب وتتفاعل مع حركة الزوار. وقد تم تصميم الجناح المكعب الشكل من الخارج بلوغارتم معين يعتمد نظام الطي الثلاثي، حيث يتم طي وتقسيم كل مثلث من الكسوة أكثر من مرة لإنشاء مثلثات أصغر بأنماط أكثر كثافة. وفي كل مرحلة يتم طي جانبيين فقط من المثلث لتبقى واحدة من القطاعات الثلاثة دون المساس بها، لخلق ما يوحي باختلافات الحجم. وفي كل عملية تقسيم يتم رفع أضلاع المثلثات الناتجة عمودياً بسمك 12 سم بهدف خلق المنظر ثلاثي الأبعاد لسطح الكتلة. [5]. شكل رقم (26).



شكل رقم (26) يوضح مشروع (Embedded Project) من تصميم شركة (HHD_FUN).

https://www.dezeen.com/2010/03/19/embedded-project-by-hhd_fun

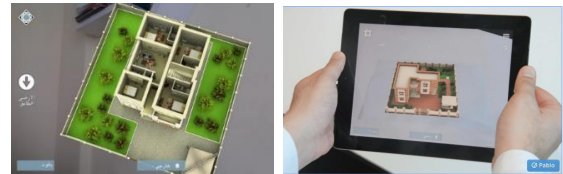
وفي شرح مفصل للمشروع قدمه المصممون، نجد أنه نصب معاصر تقاعلي يعتمد على مفهوم "الأنظمة المعقدة" التي تستطيع مراقبة وملاحظة عالمنا ومجتمعنا والبحث فيه. فقد احتوى على (Google Earth) وعدداً من الصروح المعمارية الافتراضية التي تم وضعها في العديد من مدن ودول العالم ليقوم بعرضها على أرضية وجدرا ن هذا الجناح من الداخل. وهنا لابد لنا من الإشارة إلى أن هذا النظام التفاعلي للعرض يخلق علاقة منطقية واضحة بين حركة الناس والتجربة النظرية التي يعيشونها في بيئة عمرانية. إذ يمكن للمشاهدين مراقبة التغيرات العمرانية خطوة بخطوة أثناء تنقلهم داخل العرض. [5]. شكل رقم (27).



شكل رقم (24) يوضح تطبيق الواقع المعزز لمعاينة واختيار التصميم المناسب

<https://appadvice.com/game/app/szhp-my-virtual-home/923304594>

فتشارك لقطات الشاشة وصور المستخدم على مواقع التواصل الاجتماعي من التطبيق بحد ذاته، ويتيح إرسالها فوراً إلى الآخرين عن طريق البريد الإلكتروني. أما سمته المميزة الأخرى فهي نظام الفهرس الذي يسمح لكل مستخدم باستعراض الصور والتصميمات حسب اهتماماته وطلبه. وبلاستناد إلى خصائص المساكن التي يحددها المستخدم، يقوم التطبيق بتنزيل نموذج البيت الذي يتطابق مع هذه التفضيلات، ليوفر بالتالي المساحة ويعزز أداء التطبيق. ويتوفر التطبيق أيضاً في نسخة مجسمة ثلاثية الأبعاد مع نظارات ثلاثية الأبعاد، ونسخة أخرى متطورة قائمة على الإيماءات مع مستشعر يعمل من خلال تحريك اليدين. [12]. شكل رقم (25).



شكل رقم (25) يوضح تطبيق الواقع المعزز لمعاينة التصميم من كل الجهات والزوايا

<https://appadvice.com/game/app/szhp-my-virtual-home/923304594>

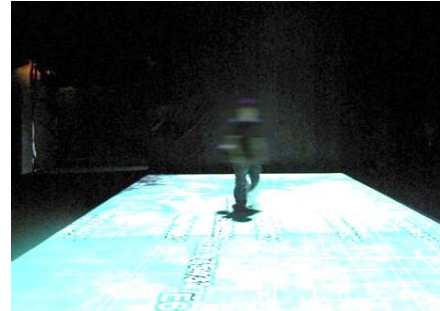
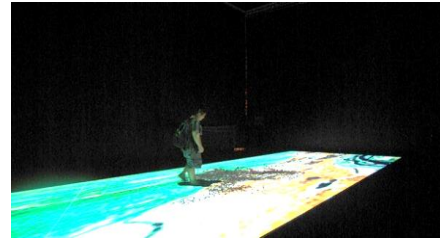
3-2: أمثلة لإستخدام الواقع الافتراضي في العمارة:

3-2-1: العمارة الافتراضية في معرض شنغهاي:

أنجزت شركة (HHD_FUN) الصينية، مشروعها لجناح العرض المحاكى للواقع في شنغهاي، وهو على شكل مكعب ضخم مغطى باللون الأبيض الذي يطوى بأشكال هندسية وزوايا تظهر البطانة الحمراء لكسوته. وقد تم الانتهاء من المشروع تحت اسم (Embedded Project) في أكتوبر عام 2008 بالتعاون مع شركة (Xu wenkai).



شكل رقم (28) يوضح التجربة الافتراضية لمشروع برج خليفة
/https://www.alittihad.ae/article/30872/2018



شكل رقم (27) يوضح التجربة الافتراضية الداخلية لمشروع
(Embedded Project)

https://www.dezeen.com/2010/03/19/embedded-
/project-by-hhd_fun

كما أن التخلي عن منهجية التصميم المعماري التقليدي باستخدام
لوغاريتمات كان لسعي الممارسين والفنانين لتحدي التقليدية الشائعة
وقلب مقاييسها. إذ يمكن خلق نتائج غير متوقعة بربط منطق
اللوغاريتمات وأسلوب تنفيذها مع اللغة المعمارية. ولجعل هذه النتائج
مرئية، تم دمج البيانات الرقمية من أنماط العمارة ثلاثية الأبعاد في
(Google Earth).

3-2-2: العمارة الافتراضية في مبنى برج خليفة في الإمارات:

مع إمتلاك الإمارات لأطول وأعلى مبنى في العالم، كانت
فكرة خوض مغامرة جديدة ترتبط بالتصميم المعماري للمبنى من ضمن
الأمور السياحية، حيث أطلق المبنى تجربة افتراضية جديدة تحمل
اسم "مهمة 828" (إذ يصل ارتفاع برج خليفة إلى 828 متراً)، والتي
تتيح عدة فرص منها التجول في المبنى افتراضياً للإطلاع على
تصميم الطوابق والفضاءات المختلفة كما توفر تلك التقنيات فرصة
تسلق البرج وصولاً إلى ساريته وأعلى نقطة فيه، ومنها إلى "نافورة

دبي" في وسط مدينة دبي. فبالاعتماد على تقنية الواقع الافتراضي
باستخدام نظام (Vive Pro & rlmHTC)، سيحظى زوار الطابقين
الـ125 والـ124 بفرصة اختبار واحدة من منصات الواقع الافتراضي
الست، حيث يذهبون عبر المصعد إلى الطابق الـ160 من برج خليفة
ثم يخوضوا تحدي الجاذبية الذي يرتدون خلاله القفزات الخاصة
لصعود سارية البرج الممتدة على طول 200 متر. بعد إتمام ذلك،
سيكون عليهم القيام بقفزة حرة افتراضية والهبوط المظلي بالقرب
من نافورة دبي. [17].

4: تحليل (SWOT) لتكنولوجيا الواقع المعزز والافتراضي في التصميم المعماري:

إعتمد البحث على طريقة التحليل المقارن والتي تسمى
بطريقة تحليل (SWOT) والتي تعد طريقة تحليلية تعمل على إظهار
مواطن الضعف والقوة في الجوانب التصميمية الجديدة، فضلاً عن
إدراك طبيعة التهديدات ونوعية الفرص التي تتيحها الظروف الفكرية
والموضوعية لجوانب الواقع المعزز والافتراضي في التصميم
المعماري كلاً على حدة، والتي تؤثر بالنهاية في النتائج المعاصرة،
وكما هو موضح في الجدولين رقم (1) و(2).

جدول رقم (1) محاور تحليل (SWOT) لجوانب الواقع المعزز في التصميم المعماري		
تحليل SWOT	أمور مساعدة	أمور معطلة
أمور داخلية	<p>نقاط القوة Strengths</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. يستطيع طلاب العمارة ان يكتسبوا الخبرة من زيارة المباني التاريخية والمعاصرة الهامة حول العالم من خلال الواقع الافتراضي. 2. الواقع المعزز يشق طريقه بالفعل إلى عالم العمارة والتصميم الحضري بشكل عام. 3. يستطيع المعماريون باستخدام الواقع الافتراضي والمعزز من تصميم المباني بشكل اعلى كفاءة من الطرق التقليدية، فالتصميم يمر بنفس مراحل تقنيات التصميم ثلاثي الأبعاد. ولكن بشكل أكثر تفاعلية مع المتلقي والزبون. 4. يعمل على مزج النماذج الحقيقية والافتراضية، في بيئة واحدة، فضلاً عن خلق جو تفاعلي في وقت استخدامها، بشكل ثلاثي الأبعاد D3، مما يخلق أمام المستخدمين فرصة جيدة للتعلم والاستمتاع. 5. أن تقنية الواقع المعزز توفر معلومات واضحة ودقيقة، فضلاً عن إمكانيةها في ادخال وتعديل المعلومات بطريقة سهلة وفعالة. 	<p>نقاط الضعف Weaknesses</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. عندما تحيط البيانات المستخدم ببيئة الواقع الافتراضي، فإنها تتركه غير قادر على التفاعل مع البيئة المادية بحد ذاتها. 7. تحديات تواجه المصممين في محاولتهم لدمج هذه التقنيات ومزامنتها لسير عمل متماسك، والذي يرجع لنقص الدعم المحلي للأجهزة في معظم منصات التصميم المستخدمة. 8. هذا النوع من الأنظمة يحتاج إلى أداء حاسوبي متقدم ومتطور لعرض تمثيل دقيق للبيئة الحقيقية، لذلك يحتاج إلى إمكانيات غير تقليدية للظهور بمستوى تصميمي عالٍ. 9. بالرغم من كون الواقع المعزز يوفر إمكانيات كبيرة، فإن هذه التقنية لا تزال إلى حد كبير في الاختبار أو في المراحل المبكرة. 10. عدم توفر الأجهزة و البرامج التي تحتاجها. والتي تمتاز بتقنياتها المتطورة فضلاً عن كلفتها العالية.
	<p>الفرص Opportunities</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. يسمح ليد المستخدم والمستفيد من التصميم أن تصبح فاعلة في التصميم المعزز بالإضافة لتحكمها ببعض وظائف التصميم. 12. يمكن لتلك التقنيات أن تحدث ثورة وتغيير كبيرين في جوانب التسويق والتجارة من خلال صنع مجسمات للمنتجات يمكن رؤيتها في العالم الحقيقي. 13. أداة تسويق للمشروعات والمواد والخامات المعمارية في المبنى كأداة فعالة للعرض التفاعلي. 14. إمكانية تشجيع الإبداع والابتكار عند المصممين بمختلف المجالات عن طريق البرامج التي تعتمد على التصميم والخلق. 15. لديها إمكانيات كبيرة لخطط المدن الذكية. حيث يمكن استخدام تطبيقات الـ (AR) لتوفير المعلومات، وتسلط الضوء على وسائل الراحة العامة، والتي من الممكن تصورها جميعاً أمام المستخدم. 	<p>المخاطر Threats</p> <ol style="list-style-type: none"> 16. تحتاج إلى دقة عالية في التعامل كون التعاطي مع التصميم يكون رقمياً بشكل كبير، حيث إن التقنيات المستخدمة في المكتب والموقع لا تعتمد فقط على النماذج ثلاثية الأبعاد ومنصات البرمجيات المختلفة، بل تعتمد أيضاً على قدرة الأجهزة على جمع البيانات بدقة خاصة فيما يتعلق بوضعية المستخدم واتجاهه. وهذا يمثل تحدٍ بشكل مخاطرة تصميمية. 17. من ناحية أخرى، فإن العمارة غالباً ما تبدأ بخط بسيط أو مجموعة غير منظمة من كتل البناء. 18. الاستخدام الكثير لبرامج وأجهزة الواقع المعزز فضلاً عن الإفراط في استخدام الحاسوب، يقضي تأثيرات صحية سلبية. 19. الأمية التكنولوجية في المجتمع ونقص الوعي بتكنولوجيا الواقع المعزز. 20. تعتمد معظم تطبيقات (AR) على نظام تحديد المواقع (GPS) للحصول على بيانات الموقع، ولكن نظام (GPS) يمكن أن يؤدي إلى نتائج غير موثوقة.
أمور خارجية		

جدول رقم (2) محاور تحليل (SWOT) لجوانب الواقع الافتراضي في التصميم المعماري		
تحليل SWOT	أمور مساعدة	أمور معطلة
أمور داخلية	<p>نقاط القوة Strengths</p> <p>21. يسهل على المصمم فهم التفاصيل الدقيقة في المباني والعلاقات والتقاطات بين الكتل والاسطح إذا ما تعامل معها فراغياً.</p> <p>22. يمكن للجهات المصممة والمقاولين مشاهدة الأبنية كما لو كانت قد بنيت فعلاً، حيث يمكن التأكد من تلاؤم تلك الأبنية للموقع ومراقبة تغيراتها في موقع العمل.</p> <p>23. نستطيع ان ندخل وندور ونتحرك داخل التصميم، حيث إن الواقع الافتراضي يتيح لنا الفرصة ان نختبر التصميمات بشكل متكرر الى ان نصل الى درجة الاقتناع.</p> <p>24. المعماري يستطيع ان يتعرف على المشاكل والاختفاء الفعلية التي يتضمنها التصميم المقترح والعمل على تعديلها.</p>	<p>نقاط الضعف Weaknesses</p> <p>25. ظهور مشكلة للمستخدمين الذي يرغبون بالتفاعل مع البيئة الافتراضية بمستويات أعمق من مجرد الاستعراض والحركة.</p> <p>26. هذا النوع من الأنظمة يحتاج إلى أداء حاسوبي متقدم ومتطور لعرض تمثيل دقيق للبيئة الحقيقية، لذلك يحتاج الى إمكانيات غير تقليدية للظهور بمستوى تصميمي عالٍ.</p> <p>27. تأثير هذه الاداة في تطوير اليات التصميم المعماري بشكل كبير مما سيؤدي الى تغيير اليات العمل في المؤسسات والشركات.</p> <p>28. يتطلب هكذا نوع من التقنيات إمكانيات مادية أعلى من الطريقة التقليدية بالتصميم لما يتطلبه من أجهزة ومعدات وفضاءات على مستوى عالٍ من التطور.</p> <p>29. محدودية تأثير حواس الانسان في نظام الواقع الافتراضي الذي لا يتجاوز في استخدامه حاسة السمع والبصر واللمس</p>
	<p>الفرص Opportunities</p> <p>30. يمكن أن يحل الواقع الافتراضي محل الأشكال التقليدية للتصميم في المكاتب والشركات والأقسام المعمارية.</p> <p>31. يكون الهدف من نماذج المحاكاة هذه هو استخدامها ضمن عملية التصميم، مما يؤدي عادة لإعطاء المصمم حرية الحركة داخل النموذج لاكتشاف والتحقق من عدة وجهات نظر عبر التحكم بالزاوية.</p> <p>32. يمكن لتلك التقنيات أن تحدث ثورة وتغيير كبيرين في جوانب التسويق والتجارة والعمارة بشكل خاص من خلال صنع نماذج للتصاميم يمكن رؤيتها في العالم الحقيقي والتجول فيها وبنفس حجمها الطبيعي.</p> <p>33. اداة تسويق للمشروعات والمواد والخامات المعمارية في المبنى كأداة فعالة للعرض التفاعلي.</p> <p>34. إمكانية تشجيع الإبداع والابتكار عند المصممين بمختلف المجالات عن طريق البرامج التي تعتمد على التصميم والخلق.</p>	<p>المخاطر Threats</p> <p>35. تكمن الصعوبة في دمج تقنيات هذه البيئة الثلاثية الأبعاد مع القدرة على إستخدام اليد في عملية التصميم. ما يعني وضع فجوة بين المصمم والمستخدم.</p> <p>36. يمكن أن يكون الواقع الافتراضي غير مرن، حيث أنه يتطلب حجماً كبيراً من البيانات لعرض الفكرة. من ناحية أخرى، فأن العمارة غالباً ما تبدأ بخط بسيط أو مجموعة غير منظمة من كتل البناء.</p> <p>37. الاستخدام الكثير لبرامج وأجهزة الواقع الافتراضي فضلاً عن الإفراط في إستخدام الحاسوب، يفضي تأثيرات صحية سلبية.</p> <p>38. بالنظر إلى إمكانياتها في نمذجة التصميمات والفضاءات المعمارية إلا إنها تعمل على إبعاد المتلقي أو المستفيدين عن الواقع الحقيقي بشكل كامل. مما يولد الكثير من التأثيرات السلبية غير الملموسة على المدى البعيد.</p>

وبذلك يحصل المعماري من خلال تلك التقنية على نتائج أفضل من ان تتم مراحل اختبار التصميم ومراجعته من خلال رسومات ثنائية الابعاد.

9. توفر هذه النظم لناشري الكتب والتصاميم فرصة كبيرة لعرض النماذج المجسمة واستخدامها.

10. تسهم هذه تقنيات في نشر وترويج المعلومات المتعلقة بالبيئة التاريخية والعناصر الأثرية والفنية، حيث يمكن اكتساب معلومات أغنى وإحساس أكبر بالتفاصيل العمرانية والثقافية ضمن الجولة المعروضة من خلال استخدام هذه النماذج كخلفيات بيئية للمواقع والأمكنة في أنظمة الواقع المعزز والافتراضي.

11. يعمل تأثير هذه التقنيات بشكل كبير في تطوير البات التصميم المعماري، مما سيؤدي مستقبلاً تغييرات كبيرة في البات العمل في المكاتب التصميمية والمؤسسات والشركات.

الاستنتاجات العامة للبحث:

1. على الرغم من أن تقنية الواقع الافتراضي موجودة منذ سنوات طويلة إلا أن انتشارها واستخدامها في مجال العمارة والتشييد يعد ظاهرة جديدة.

2. انتقل الواقع الافتراضي والتقنيات المرتبطة به من مجرد أفكار إلى انتشار واسع للتطبيق والتنفيذ. مما أدى إلى إحداث ثورة وتغيير جذري على العملية التصميمية المعمارية بشكل أساسي.

3. أحدثت تقنية الواقع المعزز والافتراضي ثورة تاريخية في صناعة التصميم بشكل عام، خصوصاً مع إنتشار الثقافة التقنية وأهمية التكنولوجيا في صياغة حياتنا اليومية.

4. أصبحت التكنولوجيا الآن متاحة بشكل أكبر للمهندسين المعماريين والمصممين. بما حققته تلك التقنيات من إنتشار واسع وخصوصاً إن النظارات أصبحت اقتصادية أكثر، بالإضافة إلى تحسين سرعة المعالجة للأجهزة.

5. في ظل التطورات والأفكار التكنولوجية المتلاحقة من المتوقع أن تتصف عناصر التشكيل المعماري بالخفة والرشاقة، كما ستقل أوزان المواد الإنشائية المستخدمة ليس فقط بسبب تطور مواد الإنشاء ولكن أيضاً لإمكانية محاكاتها.

6. أمكن محاكاة المواد الثقيلة بأشعة الليزر لتتلاشى الكتل الثقيلة. عن طريق استخدام التكنولوجيات المتطورة في استبدال المواد الثقيلة في مجالات الفنون، عكس ما نراه في تاريخ العمارة من ثقل وزن وضخامة حجم لعناصر التشكيل الحجرية، وعكس ما نراه في عصر الثورة الصناعية من ثقل وزن عناصر التشكيل من الحديد. وكما شهدنا في العصر الحديث وعصر ما بعد الحداثة أن العناصر التشكيلية للمنشآت قد ازدادت خفة ورشاقة.

7. يسمح لعملية الرسم أو النمذجة بالتشابه مع فعل البناء بحد ذاته، حيث لم يعد الخط الذي ترسمه يعبر أو يرمز لسطح، بل أصبح سطحاً بحد ذاته، وهذا النهج في جوهره ينقل عملية الرسم الى مستوى أبعد من تمثيله للفراغ بمقياس ثابت، فهو يؤسس عملية الرسم كتمثيل بمقياسه الواقعي والحقيقي.

8. يستطيع المعماري ان يتعرف على المشاكل والاختفاء الفعلية التي يتضمنها التصميم المقترح والعمل على تعديلها، فضلاً عن امكانية التعرف على مواطن الجمال اثناء تحركه افتراضياً (Virtually) داخل التصميم المقترح،

المصادر:

8. مصطفى، أحمد وحيد، (2017)، Design & Virtual Reality، محاضرات أقيمت في كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان، مصر.
9. الموسوي، د.هاشم عبود، (2009)، الواقع الافتراضي للعمارة والعمران، بحث منشور في مجلة النور للثقافة والإعلام الإلكترونية، 2009/01/29. <http://www.alnoor.se/article.asp?id=39865>
10. Anderson, E., Liarokapis, F., (2014). Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education. Coventry University. Uk Retrieved Feb 3, 2015, p.2.
11. Dunleavy, M., & Dede, C. (in press). Augmented reality teaching and learning. In J.M. Spector, M.D Merrill, J. Elen, & M.J. Bishop (Eds.), The Handbook of Research for Educational Communications and Technology (4th ed.). New York: Springer. P3
12. <https://appadvice.com/game/a-p/szhp-my-virtual-home/923304594>.
13. Carolina A. Miranda, (2018), how architects are using virtual reality to walk through buildings, published article, The Los Angeles Times E-Newspaper, JUL 03. <http://www.latimes.com/entertainment/arts/miranda/la-et-cam-architecture-vr-ocma-building-morphosis-20180703-story.html#>
14. Isdale, Jerry , (1998), What is Virtual Reality , A Homebrew Introduction and Information Resource List, Version 201, P: 23.
15. Lowery, Caleb, 2018, VIRTUAL REALITY IN ARCHITECTURE – USE CASES, published article, enscape3d gate. <https://enscape3d.com/architectural-virtual-reality/>
16. Mahon, Casey, (2016), 4 Ways Virtual and Augmented Reality Will Revolutionize the Way We Practice Architecture, published article, archdaily magazine, 12 March. <https://www.archdaily.com/783677/4-ways-virtual-and-augmented-reality-will-revolutionize-the-way-we-practice-architecture>
1. بوحسون، غفران أحمد، (2018)، العمارة والتقنيات الرقمية، مقال منشور في مجلة Twenty Two Architectural magazine، العدد 65 في 22-7-2018. ص: 86-92.
2. حسن، علي، (2016)، مفهوم الواقع المعزز (AR)، مقال منشور، موقع بابونج للتقنيات والمعلومات الإلكتروني، 20-8-2016. <https://www.babonej.com/augmented-reality-1085.html>
3. رحيم، سهام ناجي، (2015)، أثر تطبيقات الواقع الافتراضي في التصميم المعماري، بحث منشور في موقع إتحاد مهندسي كردستان الإلكتروني، ص: 12-18. <http://keu92.org/uploads/Search%20engineering/Soham%20Naje%20Rahem.pdf>
4. عزمي، إسلام، (2017)، تكنولوجيا البناء الحديثة، مقال منشور، موقع AEC TECH الإلكتروني. <https://aectechdotblog.wordpress.com/2018/01/30>
5. العلاف، د.عماد هاني، (2010)، هكذا تكون العمارة الافتراضية في معرض شنغهاي، مقال منشور، البوابة العربية للأخبار المعمارية. <http://www.arch-news.net/component/content/article/147-wp-1/2576-32-9>
6. العلاف، د.عماد هاني، (2017)، Virtual Reality Systems، مقال منشور، البوابة العربية للأخبار المعمارية. <http://www.arch-news.net/virtual-reality-systems>.
7. لعزيمي، حمزة، (2018)، Augmented Reality، مقال منشور، موقع موسوعة المبتكر الإلكتروني. <http://innoopedia.blogspot.com/2018/01/Augmented-Reality.html>

Simpson, Leah, (2017), Mission 828 in .17
Dubai, Published article, popsugar newspaper,
19-9-2017.

<https://ar.popsugar.com/author/Leah-Simpson>

Sherman, Barrie and Judkins, Phil, .18
(1995), Virtual Reality Broschiert, Publisher:
Droemer Knaur, p:23.

Vazquez, Eli, (2018), Virtual Reality .19
for Architecture: Best AR/VR Solutions,
published article, bimsmith E-page, 5/10/2018.

<https://blog.bimsmith.com/Virtual-Reality-for-Architecture-Best-ARVR-Solutions-for-the-AEC-Industry-in-2018>